

**PENGEMBANGAN TEKNOLOGIPANEN HUJAN DAN ALIRAN PERMUKAAN UNTUK
MENEKAN RESIKO KEKERINGAN DAN MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS LAHAN
(Studi kasus di Sub DAS Bunder, Kabupaten Gunungkidul, Provinsi DIY)**

**[Rainfall and Run Off Harvesting Development Technology for Diminishing Dried Out Risk and
Increasing Terrain Productivity (Case Study at Bunder Sub-Watershed, Gunungkidul Residence,
Province Daerah Istimewa Yogyakarta)]**

Gatot Irianto dan Nurwindah Pujilestari

Balai Agroklimat dan Hidrologi
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat
Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian RI
Jl. Tentara Pelajar no. 1 Bogor
Email: gatot_irianto@yahoo.com dan n_pujilestari@yahoo.com

ABSTRACT

Limited water supply on dry season at dry terrain, cause plantation index and plant productivity low. Mean while yearly water volume are potentially enough for twice plant even more if they manage well. Because of that reason using and developing water resource by rainfall and run off harvesting technology, increasing productivity and maintain dry terrain farm operations system at watershed system are approximation strategy needed to put into practice. That strategy can put into practice through hydrologist characteristic modification at river flow area with escalating capacity and capability watershed distribution to minimalist inundation risk and dried out at dry season. Research result at sub watershed Bunder, Wonosari, DIY by way of building two level dam at river bed (hydrology network) can producing 11.6% (channel reservoir 1) and 18.4% (channel reservoir 2) surface flow from existing river-bed and this result can supply water irrigation at least 3 times in planting season (rice-secondary crop- secondary crop). If cropping pattern change to rice-rice-secondary crop then run off harvest need to increase become 100% at upper subwatershed (channel reservoir 1) and 19% at lower subwatershed, with condition at MK 1. irrigation area that can be plant with rice only 0.19 ha and the rest of it can be plant with peanut. Rice productivity at rice field are 2.4 ton/ha.

Kata kunci/ Key words: Panen hujan/ rainfall harvesting, panen aliran permukaan/ runoff harvesting, DAS/ watershed, kekeringan/ drought, Bunder, Gunungkidul

PENDAHULUAN

Sub-DAS (Daerah Aliran sungai) Bunder, DAS Oyo, Kabupaten Gunungkidul merupakan wilayah lahan kering beriklim kering (Las, *et al*, 1991). Berdasarkan penelitian Heryani (2001a), diketahui bahwa meskipun rata-rata curah hujan tahunan selama 20 tahun relatif tinggi (1951 mm), namun pada peluang kejadian hujan 75% terlampaui, maka curah hujannya hanya 1588 mm, dengan empat bulan basah saja (Desember-Maret). Berdasarkan jumlah curah hujan yang ada, sebenarnya wilayah tersebut memiliki potensi ketersediaan air yang cukup besar untuk mensuplai kebutuhan pertanian. Namun pada kenyataannya usaha tani yang dilakukan di wilayah ini hanya padi gogo di musim hujan dan palawija di musim kemarau yang hasilnya digunakan untuk konsumsi sehari-hari keluarga dan hanya sedikit sekali yang dijual ke pasar. Minimnya tingkat keberhasilan usaha tani lebih disebabkan karena distribusi

ketersediaan air di wilayah ini tidak merata sepanjang tahun.

Usaha konservasi telah dilakukan di wilayah ini dengan pembuatan teras. Namun jenis tanaman yang dibudidayakan setelah introduksi teknologi tersebut masih terbatas pada tanaman padi dan kacang-kacangan.

Modifikasi karakteristik DAS dengan teknologi panen hujan dan aliran permukaan merupakan cara lain untuk meningkatkan ketersediaan air di DAS. Teknik ini dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan kering (tadah hujan) dalam suatu sistem DAS. Hujan yang tercurah di suatu wilayah sebagian akan terinsepsi tanaman, terinfiltrasi ke dalam tanah dan menjadi aliran permukaan. Dalam proses panen hujan dan aliran permukaan, reservoir digunakan sebagai alat untuk menampung aliran permukaan yang merupakan partisipasi dari curah hujan yang terjadi; sehingga

pembuatan reservoir bertujuan untuk memanen aliran permukaan yang sekaligus juga memanen hujan.

Dalam beberapa tahun terakhir penggunaan reservoir di lahan pertanian tadah hujan telah digunakan. Air tersebut digunakan sebagai suplemen irigasi selama musim hujan dan irigasi utama untuk tanaman kedua pada musim kemarau (Galang dan Bhuiyan, 1996).

Peningkatan produktivitas lahan kering perlu didukung oleh ketersediaan air baik dari segi kuantitas, kualitas dan kontinuitas (Ismail, 1998). Kecendrungan alih fungsi lahan pertanian ke non pertanian menyebabkan sebagian besar lahan kering berlereng cenderung berubah menjadi impermeabel. Kondisi tersebut akan merubah mekanisme transfer hujan-aliran permukaannya sesuai dengan proporsi luas zone impermeable dan permeablenya.

Perubahan penggunaan lahan dari zone non pertanian ke yang cenderung *impermeable* (kedap air) sebagai contoh alih fungsi lahan pertanian ke pemukiman akan menyebabkan hanya sebagian kecil saja air yang dapat terinfiltrasikan, sehingga sebagian besar akan ditransfer menjadi aliran permukaan (*runoff*). Akibatnya adalah peningkatan koefisien aliran permukaan dan debit puncak serta waktu respon secara signifikan (Kang *et al*, 1998). Akibatnya pada musim hujan terutama pada episode dengan curah hujan yang tinggi dengan waktu berturut-turut, debit sungai akan meningkat secara tajam (terjadi banjir) dengan waktu respon semakin singkat. Hanya sebagian kecil saja air hujan dan aliran permukaan yang tersimpan dalam tanah, sehingga cadangan air pada musim kemarau akan berkurang secara drastis dan terjadilah kekeringan.

Rendahnya cadangan air tanah akibat tingginya aliran permukaan masih dibarengi dengan evapotranspirasi yang tinggi pada musim kemarau, sehingga pada lahan kering produktivitas lahannya masih jauh dari yang diharapkan. Apabila kondisi tersebut terus berlangsung maka cadangan air semakin merosot tidak saja untuk keperluan pertanian tetapi juga untuk keperluan non pertanian (Irianto, 2000).

Teknik konservasi untuk meningkatkan ketersediaan air tanah perlu dilakukan. Pembuatan reservoir untuk menampung hujan dan aliran permukaan dilakukan dengan tujuan untuk menahan air lebih lama berada di atas (hulu), agar dapat mengisi

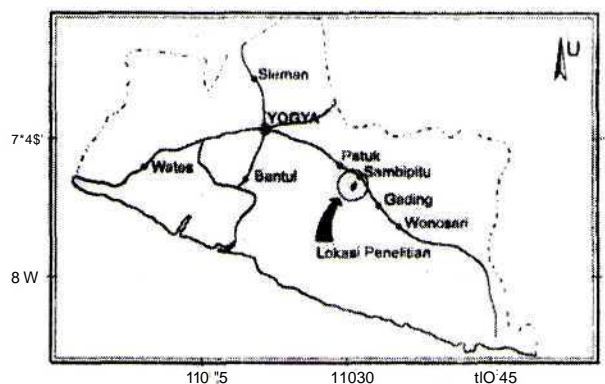
(*recharging*) cadangan air tanah. Air yang tersedia sepanjang tahun akan memudahkan petani untuk melakukan budidaya dan perencanaan yang baik maka perlu dilakukan untuk meningkatkan produksi lahan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi potensi dan distribusi aliran permukaan yang dapat dipanen dan optimasi pemanfaatannya untuk pertanian setempat. Peningkatan cadangan air tanah akan meningkatkan produktivitas lahan dengan pemanfaatan lahan kering untuk budidaya komoditas unggulan bernilai ekonomi tinggi (hortikultura) menjadi lebih intensif sehingga pendapatan petani dapat ditingkatkan.

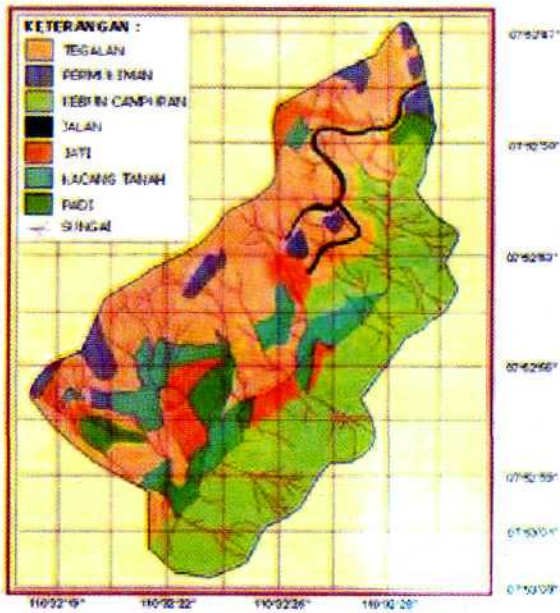
BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan lokasi di sub DAS Bunder, DAS Oyo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan luas $\pm 27,9$ ha. Denah lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1. Di lokasi penelitian dipasang AWS (*Automatic Weather Station*), terletak di $07^{\circ}55'24''$ LS, $110^{\circ}33'42''$ BT dengan ketinggian 218 m dpi dan AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) sejak bulan Desember 1999. Terletak $07^{\circ}53'6''$ LS, $110^{\circ}32'19''$ BT dengan ketinggian 150 m dpi. Di lokasi tersebut dibangun dua dam parit yang terletak pada $07^{\circ}52'53''$ LS, $110^{\circ}32'29''$ BT, dengan ketinggian 174 m dpi dan $07^{\circ}53'2''$ LS, $110^{\circ}32'22''$ BT dengan ketinggian 148 m dpi. Penggunaan lahan Sub DAS Bunder didominasi oleh tegalan seluas 11,9 ha (42,7%). Pemukiman hanya menempati 4,7% dari luas DAS yang ada (Heryani, 2001b). Ilustrasi komposisi penutupan lahan dan posisi dam parit disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi Sub DAS Bunder, DAS Oyo, DIY



Gambar 2. Peta lokasi Sub DAS Bunder, DAS Oyo, Kabupaten Gunungkidul, DIY

BAHAN, ALAT DAN METODE

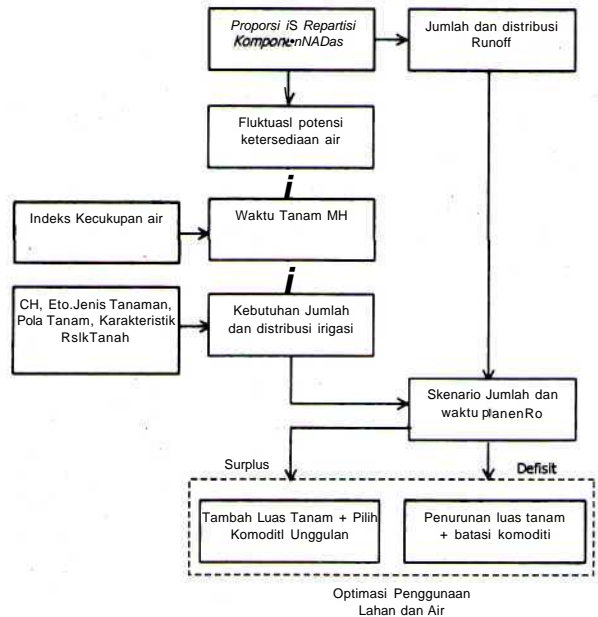
Bahan yang diperlukan dalam kegiatan penelitian ini adalah peta jaringan hidrologi DAS skala 1:1.000, peta penggunaan lahan skala 1: 1.000, data historis curah hujan pada stasiun hujan di Patuk (tahun 1980-2001), data debit sesaat di lokasi Sub DAS Bunder (November 1999-Oktober 2001), data iklim harian stasiun Gading dan planimeter.

Untuk mengidentifikasi potensi dan distribusi aliran permukaan yang dapat di panen dan optimasi pemanfaatannya untuk pertanian setempat, dilakukan beberapa tahapan yaitu penentuan masa tanam, penghitungan kebutuhan irigasi berdasarkan pola tanam dan optimasi penggunaan air di dam parit untuk kebutuhan pertanian yang terdapat di wilayah tersebut. Diagram alir kegiatan penelitian disajikan pada gambar 3.

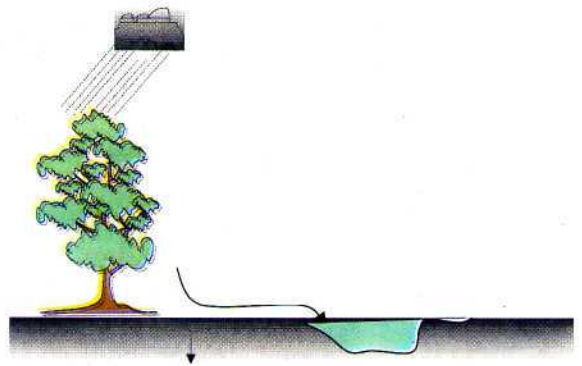
Metode analisis proporsi dan repartisi komponen penyusun neraca air PAS ditetapkan berdasarkan siklus hidrologi (Gambar 4).

Tanggal tanam ditentukan berdasarkan indeks kecukupan air dengan mengusahakan agar tanaman selama masa pertumbuhannya memiliki resiko kekeringan minimal. Estimasi kecukupan air yang terjadi di suatu daerah dapat di hitung melalui

hubungan antara nisbah jumlah rasio evapotranspirasi real dengan evapotranspirasi maksimumnya (ETR/ETM) terhadap waktu.



Gambar 3. Diagram alir kegiatan teknologi panen hujan dan aliran permukaan



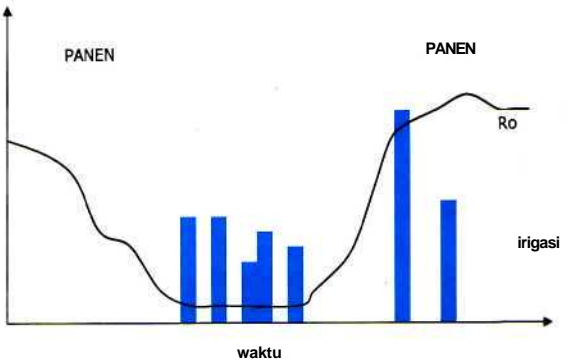
Gambar 4. Mekanisme system neraca air DAS

Potensi kehilangan hasil akibat cekaman air dapat dihitung dari indeks kecukupan air masing-masing fase tanaman memiliki slope reduksi tertentu. semakin besar nilai indeks kecukupan air, maka semakin kecil potensi penurunan hasil.

Untuk perhitungan kebutuhan air irigasi, di tahap awal dihitung evapotranspirasi maksimal ($ET_c = ETM$). Selanjutnya perhitungan kebutuhan dan waktu pemberian irigasi dibedakan untuk padi dan palawija.

Skenario yang digunakan pada penelitian ini adalah banyaknya air yang digunakan untuk pelumpuran padi adalah 60 mm, dan tinggi genangan sawah adalah 50 mm dengan asumsi efisiensi irigasi 80%. Untuk palawija air yang diberikan pada awal pengolahan tanah sebanyak 50 mm dengan efisiensi irigasi 60%. Perbedaan antara skenario pemberian irigasi untuk padi dengan tanaman selain padi adalah waktu awal tanam, untuk tanaman padi dilakukan pelumpuran/ penggenangan terlebih dahulu sedangkan untuk tanaman selain padi irigasi dilakukan untuk mempermudah proses pengolahan tanah.

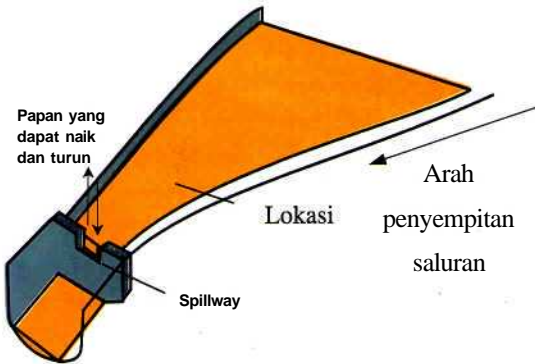
Selain diketahui jumlah dan sebaran waktu aliran permukaan dan kebutuhan air tanaman, dapat dialokasikan waktu dan jumlah aliran permukaan yang dapat dipanen (Gambar 5).



Gambar 5. Sketsa skenario panen aliran permukaan

Dimensi reservoir ditetapkan berdasarkan volume/daya tampung sungai dan tinggi genangannya. Tahap berikutnya adalah menentukan desain reservoir. Lokasi yang dipilih merupakan saluran drainase dengan lebar penampang yang menyempit. Lokasi pembangunan reservoir ditetapkan pada saluran drainase sempit (Gambar 6) dengan pertimbangan sebagai berikut:

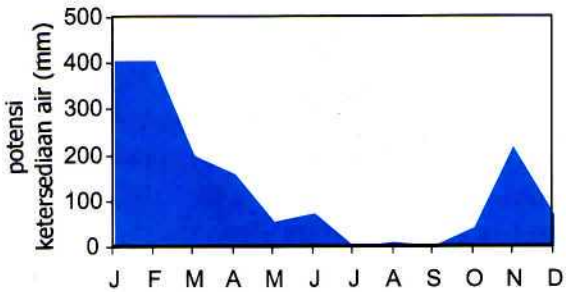
- Volume air yang dapat ditampung cukup besar.
- Biaya pembuatan bangunan dam paritnya relatif lebih murah.



Gambar 6. Konstruksi bangunan reservoir

HASIL

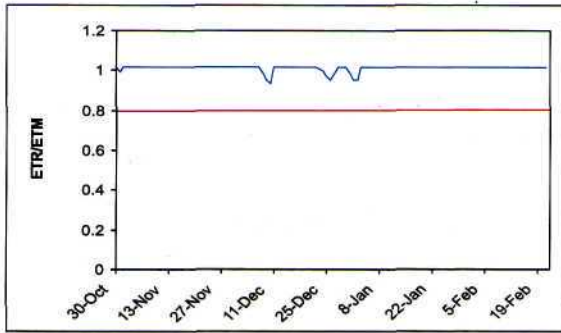
Potensi ketersediaan air (AW) mengalami peningkatan pada bulan November-April. Seiring dengan menurunnya suplai hujan maka pada bulan Mei-Oktobre nilai AW mengalami penurunan. Fluktuasi potensi ketersediaan air disajikan pada Gambar 7.



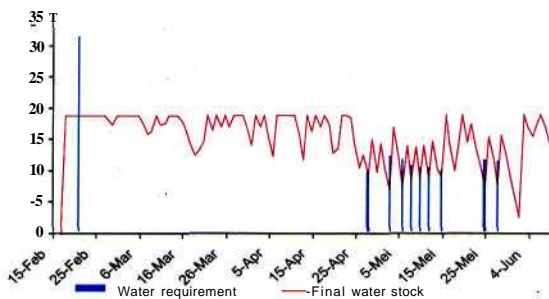
Gambar 7. Fluktuasi potensi ketersediaan air actual di sub DAS Bunder, Wonosari

Hasil simulasi neraca air yang dilakukan berdasarkan data yang ada diskenariokan tanggal tanam untuk padi pada MH yaitu tanggal 30 Oktober 2002, dengan resiko kehilangan hasil 2%. Fluktuasi ETR/ETM pada MH disajikan pada Gambar 8, sedangkan kebutuhan air tanaman dan waktu pemberian irigasi pada MH, MK 1 dan MK 2 disajikan pada Gambar 9, 10 dan 11.

Untuk masa tanam di musim kemarau (MK 1 dan MK 2) perlu dilakukan penambahan irigasi yang lebih besar karena pada saat itu suplai dari curah hujan mulai berkurang dan cadangan air tanah mulai menyusut.



Gambar 8. Fluktuasi ETR/ETM pada MH untuk tanaman padi

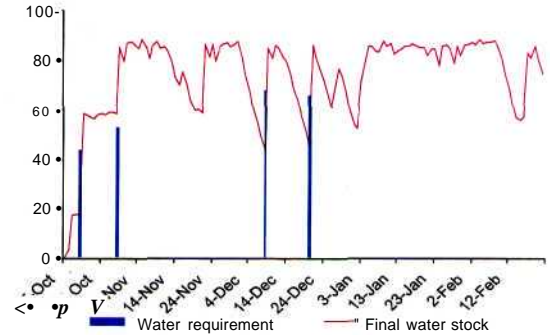


Gambar 10. Kebutuhan air dan waktu pemberian irigasi pada periode tanam kacang tanah pada MK 1 (1 Maret - 8 Juni)

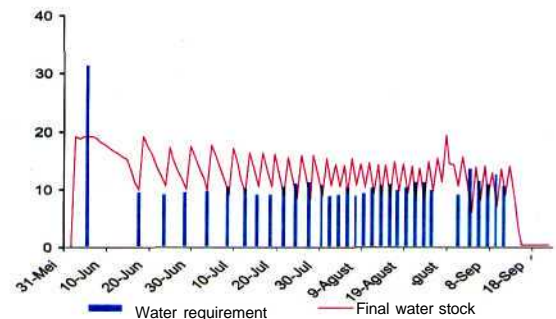
PEMBAHASAN

Untuk menghitung volume aliran permukaan yang perlu ditampung dan saat penampungan maksimalnya, perlu dikuantifikasi fluktuasi kebutuhan air dan waktu pemberian irigasi. Berdasarkan skenario tanam padi-kacang tanah-kacang panjang yang diterapkan di lahan yang bisa diairi dengan luas petakan 0,15 ha dengan luas mikro-DAS 3 ha untuk dam parit pertama dan 0,15 ha dengan luas mikro-DAS 13 ha untuk dam parit kedua maka dapat dihitung jumlah dan distribusi kebutuhan air irigasi tanaman dan alian permukaan.

Dam parit pertama memiliki kapasitas sebesar 151 m³ dan dam parit kedua 128 m³. Mekanisme distribusi aliran irigas adalah sebagai berikut: Aliran permukaan yang terdapat pada mikro-DAS dam parit 1 mengalir ke saluran utama dan ditampung pada dam parit 1, cadangan air di dam parit ini digunakan untuk mengairi daerah irigasi dam parit 1. Aliran



Gambar 9. Kebutuhan air dan waktu pemberian irigasi pada periode tanam padi 30 Oktober - 21 Februari

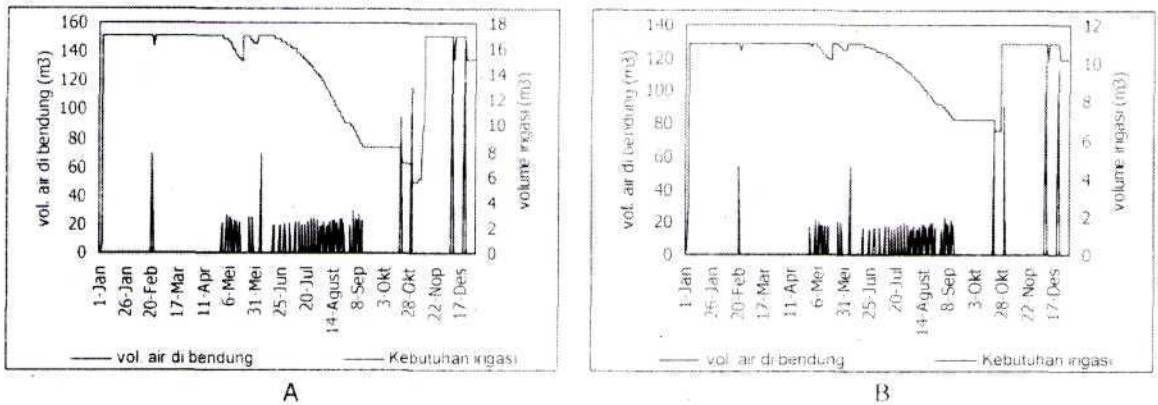


Gambar 11. Kebutuhan air waktu pemberian irigasi pada periode tanam kacang panjang pada MK 2 (15 Juni - 22 September)

permukaan di mikro-DAS dam parit 2 dan limpasan dari dam parit 1 ditampung di dam parit 2 untuk irigasi di daerah irigasi dam parit 2.

Dengan asumsi bahwa seluruh air dapat ditampung oleh dam parit, maka sebaran cadangan air dan waktu pemberian irigasi di dam parit 1 dan 2 disajikan pada Gambar 12. Jika cadangan air di dam parit digunakan irigasi suplemen, maka stok air tersebut cukup untuk suplai air sepanjang tahun, bahkan berpotensi untuk memperluas daerah irigasi.

Air irigasi untuk padi pada awal tanam digunakan untuk proses pelumpuran dan penggenangan. Selanjutnya pada saat pembungaan kebutuhan air harus dipenuhi karena merupakan periode kritis artinya apabila terjadi cekaman air pada fase ini, maka resiko penurunan hasilnya paling besar. Jumlah estimasi air irigasi yang diberikan selama masa pertumbuhan padi pada penelitian ini adalah 94,9 m³/ha pada bulan Oktober dan 131 m³/ha pada bulan Desember.



Gambar 12. Stok air di dam parit 1 (A) dan 2 (B) jumlah serta waktu pemberian irigasi

Palawija yang ditanam pada MK 1 dan MK 2 adalah kacang tanah dan kacang panjang (d disesuaikan dengan pola tanam aktual). Jika diasumsikan seluruh tegalan yang ada ditanami komoditas yang sama pada MK 1, maka lahan tegalan perlu mendapatkan irigasi awal tanam berturut-turut untuk bulan Februari sebanyak 31 m³/ha, April sebanyak 9,6 m³/ha dan di Mei sebanyak 86,6 m³/ha. Frekuensi pemberian air di Mei semakin tinggi karena di bulan ini kondisi ketersediaan air tanah menurun.

Pada MK 2, cadangan air tanah semakin berkurang dan pada saat itu curah hujannya rendah, pemberian air irigasi merupakan komponen pendukung utama untuk menekan resiko kekeringan tanaman. Berdasarkan hasil perhitungan jumlah dan waktu irigasi diketahui bahwa air irigasi untuk pengolahan tanah diberikan dalam jumlah besar (31 m³/ha) dan diberikan sebelum tanam. Ketika cadangan air tanah mulai menurun, dan suplai hujan sangat terbatas, frekuensi pemberian air irigasi di awal Juli harus dilakukan 5 hari sekali. Selanjutnya di akhir Juli frekuensi irigasi yang diberikan sebanyak 2 hari sekali.

Pembangunan dam parit yang dilakukan dapat menampung aliran permukaan yang ada dan bila bangunan ini berfungsi dengan baik akan dapat digunakan sebagai cadangan air yang digunakan pada musim kemarau.

Berdasarkan perhitungan, total kebutuhan air tanaman dalam setahun dengan pola tanam padi-kacang tanah-kacang panjang sebesar 174 m³, sementara itu aliran permukaan yang dapat ditampung sebesar 308 m³ untuk dam parit 1. Pada dam parit 2

kebutuhan air total adalah 104 m³, sedangkan aliran permukaan yang dapat ditampung dan dimanfaatkan sebesar 2555 m³. Berdasarkan akumulasi kebutuhan air tanaman dan aliran permukaan yang terjadi di wilayah penelitian, maka dapat diidentifikasi bahwa jika seluruh aliran permukaan ditampung, maka dapat memenuhi kebutuhan air tanaman sepanjang tahun.

Dari dua dam parit yang dibangun dapat diketahui bahwa aliran permukaan yang dipanen hanya sebesar 11,6% di dam parit 1 dan 18,4% dari total aliran permukaan yang ada. Volume yang dihasilkan tersebut masih berlebihan untuk kebutuhan irigasi suplemen dengan pola tanam padi-kacang tanah-kacang panjang, sepanjang tahun untuk luasan 0,4 ha.

Sementara itu jika dibuat skenario tanam padi-padi-kacang tanah, potensi aliran permukaan yang ada di dam parit 1 harus dipanen seluruhnya (100%), dengan syarat pada MK 1 penanaman padi hanya dapat dilakukan disebagian wilayah (0,19 Ha) saja, sedangkan sisanya dapat ditanami kacang tanah. Sementara itu di dam parit 2, potensi aliran permukaan yang ada masih berlebih untuk mensuplai kebutuhan air dengan pola tanam skenario tersebut. Sehingga hanya dengan meningkatkan panen sebesar 19% sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan air tanaman sepanjang tahun.

Berdasarkan hasil panen MH tanggal 15 Februari 2002, di dam parit 2, dapat diketahui produktivitas padi sebesar 2,4 ton/ha. Hasil panen hujan dan aliran permukaan dengan pembangunan dam parit memungkinkan perubahan sistem budidaya

padi gogo rancah menjadi padi sawah. Sementara itu pada MK 1 dan MK 2, pertanaman yang ada tidak mengalami stress air karena suplai air cukup dari dam parit, kenyataan ini memungkinkan mengecilnya resiko penurunan hasil produksi.

Pembangunan *reservoir* masih perlu dilakukan untuk dapat menjamin ketersediaan air untuk pertanian dan untuk meningkatkan indeks pertanaman di wilayah DAS. Konsep ini memungkinkan air berada lebih lama di DAS, sehingga mempunyai peluang untuk menginfiltrasi/ meresap dan menghasilkan *ground water* lebih banyak.

KESIMPULAN

Perhitungan kebutuhan (jumlah dan waktu) pemberian irigasi yang dilakukan dalam satu masa tanam (setahun) dengan pola tanam padi-kacang tanah-kacang panjang menunjukkan bahwa pada MH air irigasi diperlukan dalam jumlah besar di awal tanam untuk penggenangan dan pelumpuran dan dipertengahan tanam untuk menghindari kekeringan saat pembungaan. Pada MK 1, frekuensi irigasi meningkat di akhir musim tanam, dan pada MK 2 peningkatan frekuensi pemberian irigasi meningkat secara bertahap yaitu 5 hari sekali dipertengahan musim tanam dan pada akhir musim tanam frekuensinya meningkat menjadi 3 dan 2 hari sekali dalam jumlah yang relatif konstan.

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa aliran permukaan yang dapat dipanen oleh 2 dam parit dengan volume maksimum 151m^3 dan 128m^3 dengan luas mikrodas masing-masing seluas 3 Ha dan 13 Ha adalah 11,6% (dam parit 1) dan 18,4% (dam parit 2) dari total aliran permukaan yang ada. Stok air tersebut masih berlebih untuk irigasi sepanjang tahun di lahan pertanian dengan luasan 0,4 ha. Apabila dilakukan perubahan pola tanam menjadi padi-padi-kacang tanah maka panen aliran permukaan perlu ditingkatkan menjadi 100% di mikrodas 1 dengan kombinasi tanam di MK 1 yaitu padi (0,19 ha) dan kacang tanah (0,06 ha) dan 19 % di dam parit 2. Hasil panen padi di dam parit 2 pada MH diketahui bahwa produktivitas padi petakan yang diberi irigasi adalah sebesar 2,4 ton/ha.

Dengan adanya dam parit, maka sistem budidaya padi gogo rancah yang ada dapat dirubah menjadi sistem budidaya padi sawah, dan palawija yang ditanam pada MK 1 dan MK 2 akan berproduksi optimal karena sulai air cukup.

SARAN

Potensi aliran permukaan yang besar, membuka peluang yang besar untuk pengembangan area pertanian di sub DAS Bunder. Untuk kepentingan tersebut perlu dilakukan penambahan konservasi air untuk dapat menyediakan air sepanjang musim, tingkat kehilangan hasil melalui perkolasi dan evapotranspirasi di dam parit dan di lahan pertanian perlu ditekan untuk meningkatkan efisiensi irigasi yang diberikan. Cara yang dapat dilakukan adalah dengan pemberian mulsa pada pertanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Galang AL and SI Bhuiyan. 1986.** Optimizing economic returns from rainfed ricelands with limited water in farm reservoirs. *Philipp. J.Crop Sci.* 2(2), 125-132.
- Heryani N. 2001a.** Pemanfaatan Sumberdaya Air untuk Mendukung Sistem Usaha Tani Lahan Kering. *Makalah Dipresentasikan Dalam Seminar Sehari Agroklimat.* CIRAD-Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- Heryani N. 2001b.** Fungsi Produksi Air Daerah Aliran Sungai: Studi Kasus di Sub DAS Bunder, DAS Oyo, Gunungkidul. *Tesis.* Program Pasca Sarjana **IPB.** Bogor.
- Irianto G 2000.** Panen hujan dan aliran permukaan untuk meningkatkan produktivitas lahan kering, penanggulangan banjir dan kekeringan. *Berita Biologi* 5(1), 29-39.
- Ismail S. 1998.** Managing water resources sustainable : challenges and solutions for the new millennium. *La houille blanche.* 2:11-13.
- Rang IS, JL Park and VP Singh. 1998.** Effect of urbanisation on runoff characteristics of the On-Che on stream watershed in Pusan, Korea. *Hydrol. Proc.* 12,351-363.
- Las, IAK Makarim, A Hidayat, AS Karama dan I Manwan. 1991.** Peta Agroekologi Utama Tanaman Pangan di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.